

A talajvédelem természetföldrajzi és agrártermelési kérdései Afrikában

Bevezetés

A fejlődő országokban, köztük az afrikaiakban az egyik legfontosabb probléma a környezet leromlása. Az ezért felelős legfontosabb tényező a gyorsított talajerózió, amely világszerte mintegy 460 millió ha termőföldet tett tönkre (ELLISON, 1944; TIXERONT & BERGALOFF, 1954; BENNET, 1955; FOURNIER, 1967, 1972; BERGSMAN, 1974; KOVDA, 1982; LAL et al., 1978; MARQUES, 1982; KILEWE, 1983; MBAGWU, 1986; ROOSE, 1976; FEKETE, 1988). Ha a helyzet nem változik, akkor – szakértők véleménye szerint – 2000-2010-re 650-700 millió ha vész el a mezőgazdaság számára, ebből 203 millió ha Afrikában, ami szántóterületének 16,5 %-át teszi ki. Az erózió sújtja a trópusi-szubtrópusi területeket már 1 % lejtőn is, ha ott kiirtják az erdőt, a füves növényzetet, monokultúrát üznek, a lejtő irányában művelik a talajt, túlterhelik a legelőket, nincs vetésforgó stb. (MOSS, 1968; HUDSON, 1971; WHITEMAN, 1974; ROOSE, 1976, 1977; FAO-PNUMA-UNESCO, 1978; BONSU, 1985; LAL, 1985; SZABÓ, 1991).

Az afrikai országok jelentős élelmiszerhiánnyal küszködnek, közülük egyesek külföldről nagy mennyiségű élelmiszert importálnak (Angola, Etiópia, Kenya, Nigéria, Tanzánia). A földhasználat hatékonysága Afrika fejlődő országaiban jelenleg rendkívül alacsony fokú, noha magasabb, mint néhány évtizeddel korábban. Ez alapjában véve a mezőgazdasági területek kiterjesztésének eredménye. Az afrikai mezőgazdaság munkaigényes, korszerű termelőeszközökkel és technológiákkal gyengén ellátott. Gyakran alapul a hagyományos gazdálkodási módszereken (parlagos, égetéssel földművelési rendszer), a legegyszerűbb eszközök használatával, az emberi munka és igaerő túlsúlyával. Ennek következménye a lakosság táplálkozásának alapjául szolgáló növények kis terméshozama: pl. Angolában a kukoricatermés az 1977–1989. időszakban 236-668 kg/ha között ingadozott.

Az erózió és a talajvédelem Afrika trópusi és szubtrópusi részein

Az eróziós folyamatok elterjedése a trópusi és szubtrópusi tájakon

Az erózió a szikesedéssel, a túlnedvesedéssel, a termékenység kimerülésével, a szerkezet leromlásával és az elszennyeződéssel együtt a művelt területek degradálódását, termékenységük teljes vagy részleges elvesztését idézi elő (DUDAL, 1982). A talajképződési folyamatok és a talajleemosódás közötti természetes egyensúly felborulása, különösen magas fokú mezőgazdasági művelésnél, az erózió gyorsított kifejlő-

déséhez vezet, amelynél az évi talajleomosódás 2 mm-t is elérhet és jelentősen felülmúlja a természetes viszonyok közötti talajképződés átlagsebességét, a 0,25 mm-t (MANNERING, 1980 cit in KOVDA, 1981). Nyugat-Afrika szemi-arid viszonyaira ROOSE (1977) azt javasolja, hogy az évi talajleomosódás megengedhető mértékét vegyük 0,5-30 t/ha értékűnek.

MBAGWU és SALAKO (1985), a nigériai talajok erózióját ismertető munkájukban az évente megengedhető erózió mértékét 12 t/ha-nak írják.

Angola talajaira az erózió maximálisan megengedhető mértékét évi 15-16 t/ha-nak tartom (ezt bizonyítják az 1978 óta általam kezdeményezett és 20 éve folyó talajvédelmi munka során kapott eredmények az országban) (SZABÓ, 1991).

1. táblázat
Mezőgazdasági területek eróziójának észlelt mértéke Afrikában
(LAL, 1981; HURNI, 1989; NYAMULINDA, 1991)

| Éghajlat és ország | Erózió mértéke t/ha/év | Éghajlat és ország | Erózió mértéke, t/ha/év |
|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| <i>Humid</i> | | <i>Szemiarid</i> | |
| Elefántcsontpart | 69,2-627,8 | Etiópia | 22,2-42,0 |
| Nigéria | 15,0-254,5 | Guinea | 20,0-27,0 |
| Madagaszkár | 54,4-276,8 | Lesotho | 44,5 |
| <i>Szubhumid</i> | | Niger | 40,0-76,6 |
| Benin | 19,8-32,1 | Szenegál | 17,2-61,8 |
| Kenya | 4,9-52,0 | Tanzánia | 9,9-103,8 |
| Ruanda és Burundi | | Zimbabwe | 54,5 |

Az erózió mértékéről a trópusi és szubtrópusi Afrika országaira kapott egyes becslési adatokat az 1. táblázatban közöljük.

Zimbabweben az erózió elterjedését, fokát és a ráható tényezőket statisztikailag elemezték 1:25 000 méretarányban készített 8500 légifelvétel alapján. A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy nagy különbségek vannak az erózió megnyilvánulásában a különböző földbirtoklási formáknál (elsősorban a népsűrűségtől és a gazdálkodási rendszertől függően).

A helyzetet bonyolítja, hogy az erózió kutatása nem kielégítő mértékű a trópusi és szubtrópusi Afrika országaiban. Ezért itt nagyon fontos az erózió leggyakoribb tényezőinek értékelése és törvényszerűségeinek értelmezése a talaj, a víz és a termés megvédésére irányuló sokoldalú és olcsó program kifejlesztése és megvalósítása céljából.

Az eróziós folyamatok osztályozása

A talajerózióval és az eróziótannal foglalkozó klasszikus munkák az eróziós folyamatok különböző osztályozásait közlik (SZOBOLÉV, 1960; HUDSON, 1971; DITZLER, 1981; ZASZLAVSZKIJ, 1983, 1984). A talajerózió folyamatát KERÉNYI (1991) alapvetően mechanikai folyamatnak tartja. A továbbiakban a (csapadék, eső okozta) víz-eróziót fogjuk tárgyalni, amelyen a talajnak a víz lefolyása által okozott felszíni lemosását és vonal menti lehordását értjük (ZASZLAVSZKIJ, 1966). Ez az erózió felületi,

rétégbarázdás és szakadékos erózióra oszlik. Térképek összeállításánál az eróziót veszélyességi foka szerint értékeljük. A 2. táblázatban az erózió veszélyességi fokára különböző szerzők által ajánlott adatokat közlünk.

2. táblázat

Az erózió veszélyességének osztályozása különböző szerzők alapján

| Az erózió veszélyessége | Talajvesztesség t/ha/év | Az erózió veszélyessége | Talajvesztesség t/ha/év |
|-------------------------------------|----------------------------|---|-----------------------------|
| ZACHAR (1982) | | CORTEZ (1989) | |
| Nincs, vagy jelentéktelen erózió | < 0,5 | Nincs veszély, vagy na- gyon csekély | < 5 |
| Gyenge | 0,5 - 5 | Csekély | 5 - 15 |
| Közepes | 5 - 15 | Közepes (mérsékelt) | 15 - 60 |
| Erős | 15 - 50 | Nagy | 60-150 |
| Nagyon erős | 20 - 200 | Nagyon nagy | > 150 |
| Katasztrofális | > 200 | | |
| Az erózió veszélyessége | Talajvesztesség t/ha/év | Az erózió veszélyessége | Humuszkészlet vesztesség |
| CATIZZONE (1980) | | SHEPASHENKO (1990) | |
| Nincs erózió | < 4 | Nincs eróziós veszély | - |
| Gyenge | 5 - 8 | Gyenge | < 25 % |
| Mérsékelt | 9 - 12 | Közepes | 26 - 50 % |
| Erős | 13 - 15 | Erős | 51 - 75 % |
| Nagyon erős | > 16 | Nagyon erős | > 75 % |

3. táblázat

Potenciális erózióvesztésségi osztályok

| Az erózió veszélyessége | Talajvesztesség t/ha/év | Az erózió veszélyessége | Talajvesztesség t/ha/év |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| CORTEZ (1989) | | MBAGWU & SALAKO (1985) | |
| 1. osztály | < 18,75 | 1. osztály - csekély | < 50 |
| 2. osztály | 18,75 - 37,5 | 2. osztály - közepes | 50 - 150 |
| 3. osztály | 37,5 - 150 | 3. osztály - nagy | 150 - 300 |
| 4. osztály | 150 - 300 | 4. osztály - nagyon nagy | > 300 |
| 5. osztály | > 300 | | |

Ezek az osztályozások alapul szolgálnak az aktuális erózióvesztésségi térképek összeállításánál. A potenciális erózióvesztésségről néhány szerzőtől a 3. táblázatban közölt erózióvesztésségi osztályokat adjuk meg.

Az erózió veszélyességének jelenlegi értékelési módszerei Afrika trópusi és szubtrópusi területein

Az erózió veszélyességének jelenleg egy sor értékelési módszere van, amelyek közül WISCHMEIER és SMITH (1958) és MIRCHULAVA (1978) módszerét lehet kiemelni. A trópusi és szubtrópusi éghajlatú afrikai országokra, ahol gyakran nincsenek részletes

pluviometriai és más mérések, sok szerző a Wischmeier és Smith által az USA viszonyaira kidolgozott általános talajveszteség-becslési egyenletet (USLE) tartja alkalmazhatónak (HUDSON, 1971; LAL, 1976; ROOSE, 1976; ARNOLDUS, 1978). 1976-ban felülvizsgálták ezt az egyenletet, összehasonlítva öt nyugat-afrikai országban (Elefántcsontpart, Szenegál, Benin, Niger, Burkina Faso) ferralit és vertisol talajokra kapott kísérleti eredményekkel. A FAO is ajánlja az USLE használatát a talajveszteség becslésére. Ezt a módszert sikeresen alkalmazták Marokkóban (ARNOLDUS, 1977), Kenyában (GICHUNGWA, 1970), Nigériában (LAL, 1976; OBI, 1982). Ez reális adatokat ad a művelt, pl. acrisol, luvisol talajokon, amelyek Nyugat-Afrikában túlsúlyban vannak. Dél-Afrikában SLEMSA modellt dolgoztak ki, amely módosulata az USLE-nak (MUSGRAWE, 1974; ELWELL, 1978; MEYER, 1984; URPHREE & MUTCHLER, 1981; MORGAN et al., 1984; LNEC, 1986; LO et al., 1988).

Az általános talajveszteség-becslési egyenlet alakja a következő:

$$A = R \cdot K \cdot SL \cdot C \cdot P \quad t/ha/év$$

Jelenleg sok országban (köztük az USA-ban) pontosítják és részletezik az USLE egyenlet paramétereit a helyi viszonyok figyelembevételével és vizsgálják más régiókban, köztük az afrikai kontinens országaiban való alkalmazásának lehetőségét.

A csapadék erodálási tényezője: R. – Az *R* tényezőre ROOSE (1976) azt kapta, hogy az erózió jelenségét nemcsak a csapadék összege magyarázza, hanem a talajnak az eső előtti nedvességtartalma és az eső maximális intenzitása valamely időn át.

Az USLE egyenletben az *R* eróziós tényezőt az évi összes zápor kinetikai energiájának (*E*) és a maximális záporintenzitásnak szorzataként kapták meg (WISCHMEIER & SMITH, 1958). Ez a mutató olyan mérték, amelyben kombinálódik a zápor energiája és intenzitása és meghatározza az esőcseppek ütésének és a lefolyás turbulenciájának hatását a talajrészecskék szállítására.

ELWELL és STOCKING (1976) és ELWELL (1984) évszakos kinetikai energiát használt, amely minden eső összes kinetikai energiáját veszi figyelembe eróziós indexként, Dél-Afrikára alakítva ki talajveszteség-becslési módszerét (SLEMSA).

LAL (1976), aki alfisol talajokon dolgozott Nyugat-Nigériában, azt tartja, hogy a lefolyásra és talajveszteségre jobb korrelációs tényezőt kapunk az AI_{30} index-szel, mint az EI_{30} vagy $KE > 25$ segítségével.

ULSAKER és KILEWE (1983) alfisol talajokra Kenyában az erodálás 13 tényezőjét vizsgálta. Az erózió tényezőit minden egyes zápor okozta lefolyásra és minden egyes lefolyásmérő parcellára tanulmányozták. A talajveszteség becslésénél egyszerű lineáris regressziót alkalmaztak. Kenya viszonyaira a legmegfelelőbb tényező az EI_{30} , és a következő egyszerű összefüggést kapták ($r^2 = 0,902$ -nél)

$$EI_{30} = 9,00A - 97,4$$

ahol: *A* = mm (csapadékmennyiség).

A 10,8 mm-nél kisebb csapadékokra ez az egyenlet azt mutatja, hogy az $EI_{30} < 0$, ezért az eróziót vele nem lehet értékelni.

Afrikában nehéz az *R* tényező térbeli eloszlását megkapni, mert kevés a csapadékróval felszerelt állomás és rövid idő óta (20–25 éve) folyik a regisztrálás.

ROOSE (1976) szintén egyszerű empirikus összefüggést javasolt a csapadékok évi átlagos R (az R értelmezése, mint a Wischmeier–Smith képletnél) eróziós indexe (5–10 év felett) és a megfelelő átlagos évi H csapadékösszeg között

$$\frac{R}{H} = 0,50 \pm 0,05$$

A képlet megerősítette 20 csapadékmérő állomás adatát (Elefántcsontpart, Burkina Faso, Szenegál, Niger, Csád), kivéve a hegyvidékeken és a tengerparti sávban fekvőket. A szerző ezt az összefüggést javasolja az afrikai tájakra.

Az R közelítő átlagértékekkel való becslésére használják ARNOLDUS (1980) módszerét is, amely Fournier képletének módosított változata és Marokkóban végzett vizsgálatok alapján kapta:

$$R = 5,44 \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P - 416}$$

ahol: P_i = lehullott csapadék havi mennyisége, mm; P = évi csapadékmennyiség, mm; n = hónapok száma.

MBAGWU és SALAKO (1985) Délkelet-Nigéria viszonyaira acrisol talajra, különböző egyszerű összefüggésekkel ellenőrizték ezt a képletet. A tényező évi értékeinek ezeket az összehasonlítási eredményeit a 4. táblázatban közöljük.

4. táblázat

Csapadékok különböző képletekkel kapott évi eróziós tényezőjének összehasonlítása (Nigéria: Nsukka táján)

| Év | R tényező | | | |
|-------|-----------|--------------|-------|----------|
| | FOURNIER | FAO/ARNOLDUS | ROOSE | LOMBARDI |
| 1971 | 266 | 1031 | 877 | 791 |
| 1972 | 215 | 754 | 751 | 660 |
| 1973 | 292 | 1174 | 851 | 856 |
| 1974 | 264 | 1020 | 844 | 786 |
| 1975 | 200 | 672 | 701 | 621 |
| 1976 | 190 | 618 | 766 | 594 |
| 1977 | 181 | 569 | 597 | 570 |
| 1978 | 236 | 868 | 876 | 715 |
| 1979 | 272 | 1064 | 933 | 806 |
| 1980 | 274 | 1075 | 915 | 811 |
| 1981 | 277 | 1091 | 812 | 819 |
| Átlag | 242,5 | 903,2 | 811,2 | 729,9 |

Különböző képletek az R tényező megállapításához:

Fournier képlete: $\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i^2}{P} \right)$

FAO/Arnoldus képlete: $R = 5,44 \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P - 416}$

Roose képlete: $R = 0,5 H$ (H = évi csapadék mm-ben)

Lombardi képlete: $R = 6,872 \cdot \frac{P_i^2}{P} \cdot 0,850$

A FAO képlettel kapott $R = 903$ értékkel való összehasonlítás azt mutatja, hogy eléggé közel van hozzá ROOSE becslés szerinti R értéke (811)

A talaj erodálhatósági tényezője (K). – A talaj erodálhatósága szerkezetétől, az aggregátumok tartósságától, az elmozdulással szembeni szilárdságától, vízfelvevő képességétől, szervesanyag-tartalmától, kémiai összetételétől és más tulajdonságaitól függően változik (CARDOSO, 1986).

A talaj szerepe abban van, hogy a nagyobb részecskék jobban ellenállnak az elhordásnak, mert ehhez nagyobb erő szükséges, a nagyon apró részecskék pedig a kötöttség miatt ellenállnak a szétválasztásnak. A legkevésbé ellenálló részecske az iszap és a finom homok. Ekképpen a nagy iszaptartalmú talajok erodálhatók. RICHTER és HEGENDANK (1977) rámutatnak arra, hogy a 40-60 % iszaptartalmú talajok szenvednek legerősebben az eróziótól.

A vízáteresztésre hatással van a hézagok mérete, stabilitása (és) a talajszelvény rétegzettsége. A vízáteresztő képességre ható további tényező a csapadék intenzitása. Bizonyítékok vannak arra, hogy a vízáteresztés nem állandó érték, hanem a csapadék intenzitásával együtt nő (NASSIF & WILSON, 1975).

A talaj szerves anyaga és vegyi összetevői nagyon fontosak, mert hatással vannak a talajmorzsák tartósságára. A 3 %-nál kisebb szervesanyag-tartalmú talajok erodálhatónak tekinthetők.

Leggyakrabban a K indexet használják, azt a térfogatot, amely az egységnyi EI_{30} -ra eső talajvesztést jelenti (WISCHMEIER & SMITH, 1958; ROOSE, 1977). LINDSAY és GUMBS (1982) azt tartják, hogy a trópusokon a K tényező a legmegbízhatóbb a talajvesztés-becsléshez.

A K pontosabb értékét az US legelterjedtebb talajaira a WISCHMEIER és SMITH (1958) által kidolgozott erodálhatósági nomogrammal lehet meghatározni. De ezt a nomogramot nem lehet ellenőrzés nélkül kiterjeszteni Afrika és más kontinensek talajaira, mivel ezeknek a talajoknak genezise és tulajdonságai különböznek. Ezért a K értéket valamely talajra úgy állapítják meg, hogy a talaj tulajdonságait összehasonlítják azon talajokéval, amelyekre ismert a K érték. Az 5. táblázatban közöljük a Nyugat-Afrikában végzett vizsgálatok eredményeit.

Wischmeier nomogramját használva ROOSE (1975) lehetségesnek tartja a következő K értékek alkalmazását ferralit talajokra, amelyek különböző alapkőzeten nyugszanak, így:

| | |
|---|--------------|
| – harmadidőszaki homokon: | 0,05 - 0,10; |
| – grániton | 0,10 - 0,15; |
| – gránit alapkőzeten kialakult vasas trópusi talajok-nál háromévi művelés után: | 0,20 - 0,30. |

A fenti és más eredmények értékeléséből következik, hogy a ferralit talajokat nagy erózióval szembeni ellenállóképesség jellemzi, a vasas trópusi talajoknak pedig 2–3 évi művelés után jelentősen csökken az ellenállása.

A lejtő hosszának (L) és esésének (S) tényezői. – WISCHMEIER és SMITH (1987) az L lejtőhossz tényezőjének 22,6 m hosszú lejtő talajvesztéséhez való viszonyát fogadták el. Az S tényező az USLE egyenletben a lejtés hatásának mértéke a hidraulikai erőre, amely az esőcseppek ütéséből, a lefolyásból és a hordalékszállító képességből keletkezik.

5. táblázat

Az erodálhatóság mért K Indexe különböző nyugat-afrikai talajtípusokra

| Észlelés helye és a talajtípus | Mért K érték | | | Mérések száma | Szerzők (cít In: ROOSE, 1981) |
|---|-------------------|------|-------------------|---------------|-------------------------------|
| | Max. | Min. | Mértékadó | | |
| ELEFÁNTCSONTPART | | | | | |
| Adiopodoume – Gyengén kilúgzott ferrallitos talaj harmadkori agyagtartalommal | 0,17 | 0,05 | 0,10 | 24 | ROOSE, 1973 |
| Agonkamey – Közepesen kilúgzott ferrallitos talaj harmadkori agyagos homoktartalommal | 0,11 | 0,03 | 0,10 | 4 | VERNEY et al., 1967 |
| Bouake – Erodált átalakult ferrallitos talaj grániton | 0,16 | 0,02 | 0,12 | 4 | BERTRAND, 1967; KALMS, 1975 |
| Korhogo – Kimerült, átalakult ferrallitos talaj grániton | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 6 | ROOSE, 1975 |
| BURKINA FASO | | | | | |
| Campela – 20 cm vastag vasas trópusi talaj lateriten | 0,32 | 0,05 | 0,25 | 5 | C.T.F.I. HAUTEVOLTA, 1974 |
| Saria – 50 cm vastag vasas trópusi talaj lateriten | 0,28 | 0,06 | 0,25 | 3 | ROOSE, 1974 |
| SZENEGÁL | | | | | |
| Sefa – Kilúgzott vasas trópusi talaj, foltos, konkréciókkal | 0,17 ^a | 0,05 | 0,25 ^a | 2 | CHARREAU, 1969 |
| NIGÉRIA | | | | | |
| Acrisol | 0,41 | 0,1 | 0,24 | - | MGABWU & SALAKO, 1985 |
| KENYA | | | | | |
| Alfisol | 0,6 | 0,03 | 0,24 | - | BARBER et al., 1979 |
| Alfisol | 0,55 | 0,07 | 0,24 | - | ULSAKER & KILEWE, 1983 |
| Macharos – luvisol | - | - | 0,52 | - | Szóbeli közlés |

^a: a K mértékadó értéke SEFA mérőhelyre nagyobb, mint a maximum, mivel a művelés első évében szerves trágyázták a talajt, aminek a hatása a rövid észlelési idő alatt érvényesült

WISCHMEIER és SMITH (1978) az alábbi képletet javasolják az összesített LS tényező meghatározására 120 m hosszúságig terjedő lejtőre:

$$LS = \sqrt{1(0,00111 \cdot s^2 + 0,00776s + 0,0111)}$$

ahol: l = a lejtő hossza, m; s a lejtő esése, %.

ROOSE (1976) a következő alakban határozza meg az erózió és a lejtő jellemzői közötti összefüggést:

$$LS = \sqrt{\lambda(0,76 + 0,53 \cdot s + 0,076 \cdot s^2)}$$

ahol: λ = a lejtő hossza; s = esés (lejtés) %-ban.

A ROOSE (1975) által Elefántcsontparton csupasz talajon kapott 5 évi átlageredmények nem különböztek a Wischmeier és Smith képletével számítottaktól.

A lejtő hosszának és esésének hatásával foglalkozik LAL (1988), aki nigériai alfisolon azt kapta, hogy ezek a hatások a talajművelés módjától függenek. Ekés művelésnél az erózió a lejtő hosszával hatványosan nőtt. Művelés nélküli rendszerrel a felületegységre jutó erózió lineárisan csökkent a lejtő hosszának növekedésével.

A növénytakaró és a természetstechnológia tényezője: C. – Ez a tényező a növényzet és a talajtakarás védőhatását fejezi ki. Ha a növénytakaró nem károsodott (erdő, cserjés, szavanna, legelő stb.), akkor nem nagy az erózió és a lefolyás, annak ellenére, hogy erős az eső erodáló képessége. Amikor a talaj teljesen csupasz, az erózió katasztrofális méreteket ölt, a talajvesztés 100-1000-szeresen növekszik, a lefolyás pedig 25-50-szeresen.

A 6. táblázatban a Nyugat-Afrikában a C tényezőre kapott alapértékeket mutatjuk be (ROOSE, 1976).

6. táblázat
A növénytakaró és talajművelési technológia, a C tényező évi átlagértékei
Nyugat-Afrikában (ROOSE, 1976)

| Növényzet, talajművelési technológia | C tényező évi átlagértéke |
|---|---------------------------|
| Csupasz talaj, folyamatos ugar | 1 |
| Erdő vagy sűrű cserjés, kultúrák magas mulcsozással | 0,001 |
| Szavanna, jó állapotú sztyepp | 0,01 |
| Gyengén kialakult talajréteg, elkésett vetés (ültetés) első év | 0,3 - 0,8 |
| Gyorsan fejlődő növénytakaró, vagy korai ültetés, első év | 0,01 - 0,1 |
| Gyengén fejlett növénytakaró, vagy elkésett ültetés, második év | 0,01 - 0,1 |
| Búza, cirok, köles (terméstől függően) | 0,4 - 0,9 |
| Rozs, intenzív trágyázás | 0,1 - 0,2 |
| Gyapot, dohány (második ciklus) | 0,5 - 0,7 |
| Földmogyoró (a terméstől és ültetési időtől függően) | 0,4 - 0,8 |
| Banán | 0,09 - 0,15 |
| Manióka-termesztés első éve és jamsz az ültetés idejétől függően | 0,2 - 0,8 |
| Pálma, kávé, kakaó | 0,1 - 0,3 |
| Ananász, szintvonalasan (a lejtéstől függően megmaradó takaró elégetése után) | 0,2 - 0,5 |
| Megmaradó takaró talajba dolgozása után | 0,1 - 0,3 |
| Megmaradó takaró a talaj felszínén | 0,01 |
| Ananász tányérozással (lejtés 7 %) | 0,1 |

A C tényező változtatásával ki lehet választani a minden növényre legmegfelelőbb technológiát vagy vetésforgót, a regionális ökológiai és természetföldrajzi viszonyok figyelembevételével (ALBERTS et al., 1985). Így jártak el ugyancsak MBAGWU és SALAKO (1985), hogy a talajvesztést a megengedhető szintre csökkentsék, amelyet évi 12 t/ha-nak vettek.

A talajvédelmi tevékenység tényezője: P. – Különböző talajvédő művelési módok viszonya a lejtő irányú ($P = 1,0$) talajművelési módhoz.

A szintvonalas művelés hatása egyes szerzők szerint nem függ a lejtőhossz tényezőtől. KERÉNYI (1991) statisztikai feldolgozása szerint a nagyon hosszú lejtőkön a szintvonalas művelés már nem véd.

ROOSE (1977) vizsgálatai szerint a speciális talajművelés, biológiai talajvédelem (a talaj maximális takarása, trágyázás, mulcsozás) sokkal hatékonyabb a nedves trópusokon, mint a mechanikai beavatkozási módok (teraszkok, vízelvezető berendezések).

Talajvédelmi tapasztalatok a trópusi és szubtrópusi tájakon

A vízerózió elleni talajvédelem tapasztalataira Afrika trópusi és szubtrópusi tájain olyan országokban támaszkodhatunk, mint Kenya, Etiópia, Elefántcsontpart, Zimbabwe, Nigéria, Szenegál és Angola.

A trópusi és szubtrópusi Afrika számos országában az erodáló csapadék nagyobb része az esős évszak első napjaiban esik le, az egyéves növények pedig nem képezhetnek produktív levéltakarót ebben az időben. A sokévi kísérletekből és megfigyelésekből az egyéves növények termesztésének két alapelve következik az erózió csökkentése céljából:

1. Úgy kell a növényeket termesztetni, hogy zöld borítással maximálisan fedjék a talajt, pl. magas, sűrű és gyorsan növő növényeket kell vetni.
2. A növények maradványait talajvédelemre kell használni a betakarítás után az esős évszak első részében.

Részletesebben foglalkozunk a talajtakarás alkalmazásával olyan kísérletekben, mint az agro–erdő–gyep földművelés, amelyet FISCHER (1978), WARWICK (1978) és HURNI (1986a, b) (Etiópia) vizsgált.

Az agro–sylvi–pasztorál alkalmazható lépései:

Erdőtelepítés esetében idő kell, hogy a fák felnőhessenek és koronát képezve mintegy 10–15 m magasságot érjenek el. Hogy a talaj ebben az időszakban ne szenvedjen az eróziótól, takarni kell a fák között a talajt. Az első esetben (a) a fákat kis sorközökkel ültetik (mint az eukaliptuszt). A csemeték között különböző fűfajokat vetnek, ami a talajfelszín mintegy 80 %-os takarását adja. Ezt a módszert *erdő–gyep földművelésnek* nevezik. A második esetben (b) a csemetéket sűrűn ültetik, vannak viszont esetek, amikor a sorközök ritkábbak és a fák ritkábban vannak a sorokban. Ebben az utóbbi esetben a sorközökben olyan fűvet termesztene, amelyet zöldtrágyaként hasznosítanak, ill. keményítőt adó gumósnövényeket (batáta, manióka, jamsz stb.), vagy olajos növényeket (földimogyoró, napraforgó, hüvelyesek, bab, kajánbab stb.). Ezt a módszert *agro–erdő földművelésnek* nevezik. Ezeknek a növényeknek a termesztése addig folyik, amíg nem alakul ki a fák koronája és nem ad árnyékot.

Amikor pálmát telepítenek, a széles sorközökbe banánt, maniókat stb. lehet ültetni. Ezt nevezik agro–agro földművelésnek. A harmadik esetben (c) a fákat talajvédő sávoknak telepítik, a sorközökben takarmánynövényeket termesztene; a módszer *erdő–gyep földművelés* (SZABÓ, 1991).

A jó vetésforgó nemcsak az erózióvesztélt, hanem a gyomosodást, a betegségek és kártevők fertőzését is csökkenti. A vetésforgóban termesztett növények a monokultúrához képest nagyobb termést hoznak. Malawiban végzett kísérletek azt mutatták, hogy a kukorica legjobban földimogyoró után terem, a földimogyoró gyapot és kukorica után.

Afrikában a kukoricás, dohányos, takarmányos vetésforgókba olyan, ott széles körben ismert növényeket kapcsolnak be, mint a csillagpázsit (*Cynodon plectostachium*), elefántfű (*Pennisetum purpureum*) és a tőtippán (*Eragrostis curvula*) (HUDSON, 1971).

Afrika számos országában (Nigéria, Ruanda, Szudán, Mauritánia stb.) a talajvédelem eljárásai között az első helyen a *talajtakarás* áll. A trópusi tájakon a növényi anyaggal (cukornád maradványok, banán-, ananász-, jamsz-, bablevél, elefántfű stb.) való takarás terjedt el évelő ültetvényeknél (kávé, kakaó, tea, cukornád, citrusfélék, banán). A legolcsóbb anyagok a betakarítás utáni növényi maradványok, sőt a gyomok; cserjéket, fákat is fel lehet használni.

Különleges esetekben a talajtakaráshoz olyan füveket lehet termesztetni, mint a *Panicum maximum*, *Tripsacum laxum*, *Pennisetum purpureum*. Takaróként szolgálhat vízi növényzet is (vízi gyomok), elsősorban ott, ahol ezek tenyésznek.

A takaró anyagok talajvédő hatása különböző: a banán levelei jobban védik a talajt, mint a Guinea-fű (*Panicum maximum* Jacq.). Nigériában (Ibadan) agyagos-homokos talajon a kukoricamaradványok felhasználása talajtakarásra (betakarítás után) 17 %-kal csökkentette a lefolyást, az eróziót pedig 60 %-kal.

ROOSE (1975) természetes és mesterséges talajtakarással Elefántcsontpart tengerparti részén végzett vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy az erózió és lefolyás mértéke a banánnal és pálmával (gyengén fedő növény) beültetett parcellákon és a néhány cm vastag szalmaréteggel 20 t/ha mennyiségben takartakon kevésbé különbözött azoktól az értékektől, amelyeket 30 m magasságig terjedő másodlagos esőerdő sűrű növényzetével takart területen kaptak.

A szintvonalas művelés. – CRISTOI (1966) Burkina Fasoban végzett vizsgálatai alapján hangsúlyozza a szintvonalas művelésnek mint a talajvédelem eszközének hatékonyságát. Ez a módszer leginkább egyenletes és nem meredek lejtőkön mutatkozott kedvezőnek. Nagyon hullámos, erősen változó lejtésű területen a szintvonalak közötti változó távolságok miatt művelési nehézségek támadnak. Meredek lejtőkön a szintvonalas művelést ki kell egészíteni más talajvédő eljárásokkal, olyanokkal, mint a sávos művelés, a puffersávok, szintvonalas sáncok stb.

Sávos művelés (különböző növények váltakozása vízszintes sávokon) elősegíti a talaj védelmét és más eljárásokkal (mulcsozás, elvezető árkok, szintvonalas sáncok, teraszolás stb.) kombinálva alkalmazzák a világ sok országában, Dél- és Kelet-Afrikában is. A sávokat ajánlatos a rétegvonalakkal párhuzamosan elhelyezni. Ez nagyon hatékony módszer és különösen közepes (3-7 %) lejtőkön bizonyult eredményesnek.

A sávos művelést sikeresen lehet alkalmazni olyan vetésforgó keretében, amely megfelel a talajvédelem követelményeinek. FOURNIER (1967) – leírva egy Szenegálban végzett kísérletet – azt a következtetést vonja le, hogy a vetésforgós sávos művelés a trópusi tájakon (szudáni zóna éghajlati viszonyai között) lényegesen kevésbé kedvező a talajvédelemre, mint a mérsékelt égövben. Alkalmas növényekből néhány méter széles puffersávok létesítését ajánlja. Az ilyen sávok 2,5-, illetve 1,4-szeresen csökkentik az eróziót, illetve a lefolyást manióka, *Digitaria* sp.-ből álló sávokkal való termesztésénél, *Flemingia* sp. vagy *Pueraria* sp.-ből álló puffersávokkal és 13,5-, illetve 2,3-szeresen szintén manióka termesztésénél, a sávok nélküli sorokban termesztett maniókához képest.

Szintvonalas sáncokat alkalmaznak a felszíni lefolyás visszatartására. Ehhez a módszerhez hasonlóak az olyan talajvédelmi eljárások, mint a tányérozás, bakhátalás, kazettázás, lizterezés, amelyek Afrika sok országában elterjedtek. Ezek 2-13°-os lejtőn alkalmasak és gyakran használják kis trópusi gazdaságokban, ahol állandó puffert képeznek gyep és fák telepítésével, sávos művelésben (ROOSE, 1981).

A sáncok keresztmetszelve 1,5-2 m széles sáncárokból és sáncöltésből áll.

A jobb csapadék visszatartás és beszívargás érdekében 1-2 m-enként kis, keresztirányú gátakat alakítanak ki. A gátak felett összegyűlik a víz és ezt a műveletet kazettázásnak („tied ridging”) nevezték. Keresztirányú gátakat akkor létesítenek, amikor a sáncoknak hosszirányban esésük van. Ekkor a víz a keresztirányú gátak áttörésénél a gátak mentén folyik el. Hasonló művelet a „range pitting” (kis gödrök sora), amelyet

néha legelőn alkalmaznak. A kis gödröket ebben az esetben 7,5 m mélyre alakítják ki egymástól 40 cm-re.

A szintvonalas sáncok és a tányérozás hatékonyságáról homoktalajon Burkina Fasóban kapott adatok azt mutatják (FOURNIER, 1967), hogy a szintvonalas sáncok a sáncok nélküli műveléshez képest a talajvesztést földimogyoró termesztésénél 4,3-, illetve 3,1-szeresen csökkentik, tányérozásnál 3,7-, illetve 7-szeresen, a termés pedig 2,1-, illetve 2,3-szeresére emelkedett. Több afrikai országban (FOURNIER, 1967) a szintvonalas sáncok kialakításával végzett hasonló kísérletek azt mutatták, hogy ananász termesztésénél a sáncolás 8,7-szeresen csökkentette a talajvesztést, jamsz termesztésénél 5,4-szeresen, kukoricatermesztésnél 4,9-szeresen, burgonyánál 1,2-szeresen, földimogyorónál 3-szorosan – az egyszerű talajműveléshez viszonyítva.

Burkina Fasóban lefolyásmérő parcellákon szerzett tapasztalat van az íves földgátak, a tányérozás és a szintvonalas művelés alkalmazásáról (ROOSE & PIOT, 1984). Az adatok azt mutatják, hogy a tányérozás egymagában 10-szeresen csökkenti a lefolyást, az eróziót pedig 11,4-szeresen, a fekete ugarhoz képest. A sáncolás a lefolyást felére csökkenti, az eróziót pedig 4,7-szeresen.

A lejtők sáncolását, teraszolását az egész világon alkalmazzák a talaj védelmére. A világ talajvédelmi gyakorlatában levezető, visszatartó és lépcsős sáncokat, illetve teraszokat különböztetnek meg. A levezető sáncok felfogják a felszíni lefolyást és a lejtőre keresztirányban vezetik a védett levezető mederbe. Visszatartó sáncokat ott építenek ki, ahol tartalékolni kell a vizet a lejtőn. Ilyen sáncokat kisebb sáncszélességgel, 8 %-nál enyhébb lejtőkön ajánlatos alkalmazni. A lépcsős sáncok, illetve teraszok váltakozva állnak bevágott és feltöltött részekből és 20 %-ig terjedő esésű lejtőkön alkalmazhatók. A feltöltött rész a legérzékenyebb az erózióra, ezért növénytakaróval vagy kővel, illetve betonnal védik. Kenyában és Etiópiában a lépcsős teraszok fanya juu („trow uphill”) változatát alkalmazzák, amelyet úgy alakítanak ki, hogy a földet a lejtőn felfelé tolják (gyakran kézzel) és a további alakítást az ezzel létrehozott gerinc felé a lejtőn lefolyó víz végzi.

A sánc-teraszok alkalmazásáról tapasztalatok és hatékonyságukról kutatási eredmények vannak a szemiáridtől a humid-szubhumid zónáig fekvő kenyai gazdaságokból. A terep esése 2-34 % között volt, az átlagos évi csapadék pedig 500-1125 mm. A teraszok, illetve sáncok osztályozása 121 gazdaságban 475 terasznak a szemlélén alapult.

Humid tájakra legalkalmasabbak az enyhe esésű lépcsős teraszok (SCHENG, 1977, 1990; BONSU, 1980), a szubhumid és szemiárid tájakra pedig a vízszintes lépcsősek elég magas sánccal (HUDSON, 1987). Hegyes vidéken, ahol meredek a lejtő és több a csapadék, problémák vannak a vízszintes teraszok üzemeltetésével:

- az építés fanya juu módszerrel jelentős kockázattal jár, ha hamarosan az építés után heves zápor esik;

- a nagyon magas vagy nagyon meredek sáncok lehet hogy nem állnak ellen heves záporok idején (ezzel a problémával gyakran találkozunk pl. Tanzánia hegyvidéki részén, TEMPLE, 1972);

- a levezető meder beiszapolódhat.

Az első talajvédelmi kutatások Etiópiában kismértékűek voltak és az erózió szemléjére és becslésére terjedtek ki, illetve egyes vizsgálatokra Etiópia különböző részein (VIRGO & MUNRO, 1977; HURNI, 1989).

HURNI (1986) Etiópiára a következő talajvédelmi beavatkozásokat javasolja:

1. A művelt területekre: sűrű vetésű növények termesztése, füves sávok, vízszintes és lejtős sáncok, vízszintes és lépcsős fanya juuk, lépcsős teraszok.

2. Legelő területekre: szabályozott legeltetés, kaszálás és takarmányszállítás, legelőjavítás.

3. Erdőkre: fák ültetése, mikromélyedések és teraszok a lejtőkön.

4. Minden hasznosított területen: körülgátolt táblák, rekultiváció, visszatartó gátak, levezető árkok és védett vízlevezetők.

A módszert a helyi lakosok egyetértésével kell kiválasztani, ekkor várható, hogy a talajvédelmi beavatkozások hatékonyak lesznek. A falusi lakosokban a környezet-helyreállítás szükségességének tudatosítása döntő kell hogy legyen a következő évtizedben.

Etiópia talajvédelmi tapasztalatai alapul szolgálhatnak a kontinens más országai számára is.

Ruanda egyes tájain nagyon meredek lejtőkön (50-60 %) szintvonalasan 5, 10 méterként gypet telepítettek, ami fokozatosan teraszok kialakulásához vezetett (NYAMULINDA, 1988). A 7. táblázatban a lefolyás és erózió ilyen különféle füvekből álló sávokon kapott mérési eredményeit adjuk meg.

7. táblázat
Lefolyás és erózió Gakenkeben, Ruanda
(1987. december – 1988. május)

| Parcella száma | Telepített füvek és egyéb fajok a gypsávban | Termesztett növény | Erózió t/ha | Lefolyás % |
|----------------|--|--------------------|-------------|------------|
| 1. | Pillangós (<i>Sesbania sesban</i>) + Proteaceae (<i>Grevillea robusta</i>) + <i>Pennisetum</i> sp. | Bab | 31,9 | 6,9 |
| 2. | <i>Pennisetum purpureum</i> | Bab | 48,6 | 9,3 |
| 3. | <i>Tripsacum</i> sp. + (<i>Grevillea</i>) Proteaceae sp. + Pillangós (<i>Sesbania</i> sp.) | Bab | 17,8 | 5,0 |
| 4. | <i>Tripsacum</i> sp. | Bab | 31,3 | 3,7 |
| 5. | <i>Setaria</i> sp. + Proteaceae (<i>Grevillea</i> sp.) + Pillangós (<i>Sesbania</i> sp.) | Bab | 17,0 | 2,1 |
| 6. | <i>Setaria</i> sp. | Bab | 56,2 | 10,9 |
| 7. | Hagyományos termesztés | Bab | 242,9 | 38,0 |

Megjegyzés: Csapadék 1052,5 mm; lejtés: 25 %; szintvonalas gypsávok távolsága: 10 m

Összefoglalás

Az irodalom tanulmányozása, számos afrikai országban tett személyes terepbejárás, ill. több évi angolai oktató-kutató munkám alapján megállapítom, hogy a kontinensek között Ázsia után Afrika a legerózióveszélyeztetettebb földrész.

Ennek megállítása lehetséges:

- az alapvető mezőgazdasági infrastruktúra kialakításával;
- megfelelő talajvédő technológiák bevezetésével, megfelelő géppark biztosításával;
- szakembergárda (közép-, felsőszint) kinevelésével, szükséges esetekben FAO-, illetve világbanki segítséggel.

Irodalom

- ALBERTS, E. E. et al., 1985. Corn and soybean cropping effects on soil losses and C factors. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **49**. 721–728.
- ARNOLDUS, H. M. J., 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. In: *Assessing Soil Degradation*. FAO Soils Bulletin No. 34. 39–48. FAO. Rome.
- ARNOLDUS, H. M. J., 1978. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: *Assessment of Erosion*. (Eds.: DE BOODT, M. & GABRIELS, D.) 127–132. J. Wiley & Sons, Chichester.
- BENNET, H. H., 1955. *Elements of Soil Conservation*. McGraw-Hill. New York – London – Amsterdam.
- BERGSMAN, E., 1974. Soil erosion sequences of aerial photographs. *ITC Journal*. **3**. 342–376.
- BONSU, M., 1980. Opredelenie erozii na razlicno ispol'zovannüh pocsvah szavannü v szévernüh rajonah Gana. In: TROFIMOV, Sz. N.: *Vodnaja erozija pocsv i osnovnue elementü pocsvozacsitnoj tech.* 247–253. Sz/h. Za rubezom. No. 8.
- BONSU, M., 1985. Organic residues for less erosion and more grain in Ghana. In: *Soil Erosion and Conservation*. (Eds.: EL-SWAIFY, S. A. et al.). 22–27. S. C. S. A. Ankeny, Iowa.
- CARDOSO, J., 1986. Estudo da Erosao na Serra do Algarve. Caracterizacao do Factor K – erodibilidade do solo – da Equacao Universal da Degradacao do Solo (USLE). Lab. Nac. De Anga Civil, Depart. De Geotecnia. Lisboa.
- CATIZZONE, M., 1980. La carte del pericolo d'erosione. *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale*. Roma.
- CORTEZ, N., 1989. Comparacao entre dois tipos de cartas de riscos de erosao hidrica do solo (elaboradas com base na USLE) Quanto a sua utilidade practica. 2º Reunao do Quaternario Ibérica. Setembro 1989. Madrid.
- CRISTOI, R., 1966. Assessment of erosion in Upper Volta. *Oleagineux*. **21**. 531–534.
- DITZLER, C., 1981. Mapping eroded phases of soil. *Soil Surv. Hariz.* **22**. (3) 15–17.
- DUDAL, R., 1982. Land degradation in a world perspective. *J. Soil Water Conservation*. **37**. 245–249.
- ELLISON, W. D., 1944. Studies of raindrop erosion. *Agric. Eng.* **25**. 131–136.
- ELWELL, H. A., 1978. Modelling soil losses in Southern Africa. *Journal of Agricultural Engineering Research*. **23**. 117–127.
- ELWELL, H. A., 1984. Estimating soil life-span for conservation planning (erosion). *Tropical Agriculture*. (Trinidad and Tobago). **61**. (2) 148–150.
- ELWELL, H. A. & STOCKING, M. A., 1976. Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. *Geoderma*. **15**. 61–70.

- FAO-PNUMA-UNESCO, 1978. Metodologia provisional para la evaluacion de la degradacion de los suelos. FAO. Roma.
- FEKETE J., 1988. Trópusi talajok. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- FISCHER, N. H., 1978. Cropping systems for soil conservation in Kenya. In: Soil and Water Conservation in Kenya. Report of a Workshop held at the University of Nairobi, 21-23 September, 1977. 47-55.
- FOURNIER, F., 1967. La recherche en erosion et conservation des sols sur le continent africain. Sols Africains. 12. (1) 5-33.
- FOURNIER, F., 1972. Aspects of Soil Conservation in the Different Climatic and Pedologic Regions of Europe. Council of Europe. Paris.
- GICHUNGWA, J. K., 1970. Soil Conservation in Central Province, Kenya. Ministry of Agriculture. Nairobi.
- HUDSON, N., 1971. Soil Conservation. Cornell University Press. Ithaca, N. Y.
- HUDSON, N. W., 1987. Soil and Water Conservation in Semi-arid Areas. FAO Soils Bulletin. No. 57. FAO. Rome.
- HURNI, H., 1986. Soil Conservation in Ethiopia. Community Forests and Soil Conservation Development Department. Ministry of Agriculture. Bern. Switzerland.
- HURNI, H., 1989. Applied soil conservation research in Ethiopia. In: Soil and Water Conservation in Kenya. (Eds.: THOMAS, D. B. et al.) 5-21. University of Nairobi. SIDA. Nairobi.
- KERÉNYI A., 1991. Talajerőzió. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KILEWE, A. M., 1983. Physical properties of soils in relation to erosion. East African Agricultural and Forestry Journal. 44. 242-246.
- KOVDA, V. A., 1981. Pochvennūh pokrov, ego ulucsenie i ohrana. Nauka. Moszkva.
- LAL, R., 1976. Crop residual management in relation to tillage techniques for soil and water conservation. I.I.T.A. Monograph. 1. (Ibadan) 72-78.
- LAL, R., 1981. Deforestation of tropical rainforest and hydrological problems. In: Tropical Agricultural Hydrology. (Eds.: LAL, R. & RUSSEL, E. W.) 131-140. J. Wiley & Sons.. Chichester.
- LAL, R., 1985. Soil erosion and sediment transport research in tropical Africa. Hydrol. Sci. J. 30. (2) 239-256.
- LAL, R., 1988. Effects of slope length, slope gradient, tillage methods and cropping systems on runoff and soil erosion on a tropical Alfisol: preliminary results. IAHS. No. 174. 79-88.
- LAL, R., LAWSON, T. L. & ANASTASE, A. H., 1978. Erosivity of tropical rains. In: Assessment of Erosion. (Eds.: DE BOODT, M. & GABRIELS, D.) 143-151. J. Wiley & Sons. Chichester.
- LINDSAY, J. L. & GUMBS, F. A., 1982. Erodibility indices compared to measured values of selected Trinidad soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 46. 393-396.
- LNEC, P., 1986. Metodos de Previsao da Erosao Hidrica Continental. Aplicabilidade das Equacoes de Fournier em Portugal. Proc. 62/7414. Dept. de Hidraulica, Nucleo de Hidrologia e hidraulica Fluvial LNEC. Lisboa.
- LO, A. et al., 1988. Analysis of erodibility of two tropical soils using a process model. Soil Sci. Soc. Am. J. 52. 781-784.
- LOMBARDI, F. N., 1977. Rainfall Erosivity - Its Distribution and Relationship with Soil Loss at Campinas Brazil. M.Sc. Thesis. Purdue University. West Lafayette, Indiana.
- MARQUES, M., 1982. Defense de paysage. Exemples concrets. Comunicacao apresentada ao XI. Congresso da INQUA, Moscovo. In Garcia de Orta, Seria Estudos Agronomicos 10. (1-2) 37-42. Lisboa.
- MBAGWU, I. S. C., 1986. Effects of soil erosion on the productivity of agricultural lands in the humid tropics. Beitrage trop. Landwirtschaft. Veterinarmed. 24.(2) 16-20.
- MBAGWU, I. S. C. & SALAKO, F. K., 1985. Estimation of potential soil erosion losses on an agricultural watershed in Southeastern Nigeria. Beitrage Trop. Landwirtschaft. 23. 385-395.

- MEYER, L. D., 1984. Evaluation of the Universal Soil Loss Equation. *Soil and Water Conservation*. **39**. (2) 99–101.
- MIRCHULAVA, Cs. E., 1978. Metodiceszkie rekomendacii po prognozu vodnoj (dozsdevoj) erozii pocsv. V.A.Sz.N. Moszkva.
- MORGAN, R. P. C. et al., 1984. A predictive model for the assessment of soil erosion risk. *Journal of Agricultural Engineering Research*. **30**. 245–253.
- MOSS, R. P., 1968. *The Soil Resources of Tropical Africa*. University Press. Cambridge.
- MURPHREE, C. E. & MUTCHLER, C. K., 1981. Verification of the slope factor in the Universal Soil Loss Equation for low slopes. *Journal of Soil and Water Conservation*. **36**. (5) 300–302.
- MUSGRAWE, G. W., 1974. Quantitative evaluation of factors in water erosion: a first approximation. *Journal of Soil and Water Conservation*. **2**. 133–138.
- NASSIF, S. H. & WILSON, E. M., 1975. The influence of slope and rain intensity on runoff and infiltration. *Hydrol. Sci. Bull.* **20**. 539–553.
- NYAMULINDA, V., 1988. Erosion s/parcelles et transport solide, sur b. v. des hautes terres de Ruhengerli. Rwanda.
- NYAMULINDA, V., 1991. Soil erosion conservation and undercropping systems in Central-East Africa. *W.A.S.W.C.* **6**. (3) 1–3.
- OBI, M. E., 1982. Runoff and soil loss from an Oxisol in Southern Nigeria under various management practices. *Agric. Water Management*. **5**. 193–203.
- RICHTER, G. & HEGENDANK, J. F. W., 1977. Soil erosion processes and their measurement in the German area of the Moselle River. *Earth Surface Processes*. **2**. 261–278.
- ROOSE, E., 1975. Application de l'équation de prevision de l'érosion de Wischmeier et Smith en Afrique de l'Quesst. Coll. IITA. Ibadan.
- ROOSE, E., 1977. Use of the Universal Soil Loss Equation to predict erosion in West Africa. In: *Soil Erosion: Prediction and Control*. SCSA Special Publication No. 21. 60–74.
- ROOSE, E., 1981. Dinamique actuella d'un sol ferralitique et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Travaux et documents de l'ORSTOM. No. 130. Paris.
- ROOSE, E. & PIOT, I., 1984. Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Upper Volta). IASH Pub. No. 144. 485–489.
- SCHENG, T. C., 1977. Protection of cultivated slopes, terracing steep slopes in humid regions. *Conservation Guide 1*. FAO-UN. Kingston, Jamaica – Rome, Italy.
- SCHENG, T. C., 1990. *Watershed Conservation II*. CSWCS and CSU. Fort Collins. USA.
- SHEPASHENKO, G., 1990. Erozija pocsv I metodü borbü sz nej na Kube. D. Sc. értekezés. Moszkva.
- SZABÓ, L., 1991. Degradation of arid areas in middle West Africa and the situation of agricultural production in Angola. In: *Agriculture of Arid Areas*. 9–17. Agricultural University of Gödöllő.
- SZOBOLÉV, Sz. Sz., 1960. Razvitie erozionnüh processzov na territorii evropejszkoj csaszti SzSzSzR I bor'ba c nimi. Izd. An. SzSzSzR. Moszkva-Leningrad.
- TEMPLE, P. H., 1972. Soil and water conservation policies in the Ulugur Mountains (Tanzania). *Geogr. Ann.* **54-A**. 202–220.
- TIXERONT, I. & BERKALOFF, E., 1954. Methodes d'étude et l'elevation de l'érosion en Tunisie. Assemblée Générale de Rome. Publ. 36. de l'Associationale d'Hydrologie.
- ULSAKER, L. G. & KILEWE, A. M., 1983. Runoff and soil erosion for an Alfisol in Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal*. **44**. Special issue. 210–240.
- VIRGO, K. I. & MUNRO, R. N., 1977. Soil and erosion features of the central plateau region of Tigray, Ethiopia. *Geoderma*. **20**. 131–157.
- WARWICK, D. A., 1978/79, 1979/81. Annual Reports. Dryland Crop Agronomy Section. Ministry of Agriculture.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D., 1958. Evaluation of LS factor in the soil-loss equation. *Agricultural Engineering*. **39**. (8) 458–462.

- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion loss: H. Guide to conservation planning. Agricultural Handbook No. 537. US. Dept. of Agriculture. Washington, D. C.
- WHITEMAN, P. T. S., 1974. Dryland Crop Production in Botswana. A Review of Research, 1964-1974. Agricultural Research Station, Gaborone, Botswana.
- ZACHAR, D., 1982. Soil Erosion. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam-Oxford-New York.
- ZASZLAVSZKIJ, M. N., 1966. Erozija pocsv I zemledelie na szklonah. Kartija Moldovenjaszka. Kisinov.
- ZASZLAVSZKIJ, M. N., 1983. Eroziovedenie. Vűszsaja Skola. Moszkva.
- ZASZLAVSZKIJ, M. N., 1984. O dopusztiműh normah erozii i zadacsah povűsenija plodorodija pocsv. In: Aktualnűe voproszű eroziovedenija. 118-137. Kolosz. Moszkva.

Érkezett: 1998. május 10.

SZABÓ LAJOS

Agrártudományi Egyetem,
Trópusi és Szubtrópusi Tanszék,
Gödöllő